

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 11-089242

(43)Date of publication of application : 30.03.1999

(51)Int.Cl.

H02M 7/48

H02M 1/088

(21)Application number : 09-242750

(71)Applicant : YASKAWA ELECTRIC CORP

(22)Date of filing : 08.09.1997

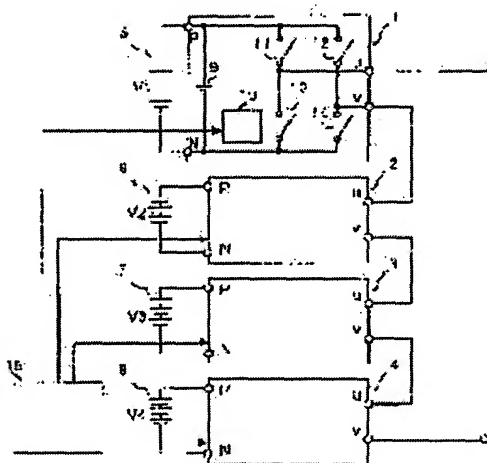
(72)Inventor : YAMANAKA KATSUTOSHI
NATSU AKISUKE

(54) POWER CONVERTER

(57)Abstract:

PROBLEM TO BE SOLVED: To provide a single phase power converter which can reduce higher harmonic.

SOLUTION: In a power converter of series n-stage single phase output, n-number of single phase output inverter bridges 1-4 capable of three-level output are installed, and output terminals of the inverter bridges 1-4 are connected in series. The power converter consists of the following; voltage amplitude ratio distributing means 10, 15 for making the amplitude ratio of amplitudes V1, V2, V3 and Vn of the respective output voltages of the inverter bridges 1-4 be $V1:V2:V3:Vn=1:2:4:2(n-1)$, command voltage generating means 10, 15 which generate a voltage most approximate to an output voltage command to be applied to the power converter by combination of output voltages of the inverter bridges 1-4, and output voltage adjusting means 10, 15 which so adjust the generation voltage that the average value of output voltages of the whole power converter is made equal to the voltage command by pulse-width modulating the inverter bridge 1.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination]

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998,2003 Japan Patent Office

(19)日本国特許庁 (J P)

(12)公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平11-89242

(43)公開日 平成11年(1999)3月30日

(51)Int.Cl.
H02M 7/48
1/088

識別記号

F I
H02M 7/48
1/088

S

審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 6 頁)

(21)出願番号 特願平9-242750

(22)出願日 平成9年(1997)9月8日

(71)出願人 000006622

株式会社安川電機

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号

(72)発明者 山中 克利

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号

株式会社安川電機内

(72)発明者 夏 暁戎

福岡県北九州市八幡西区黒崎城石2番1号

株式会社安川電機内

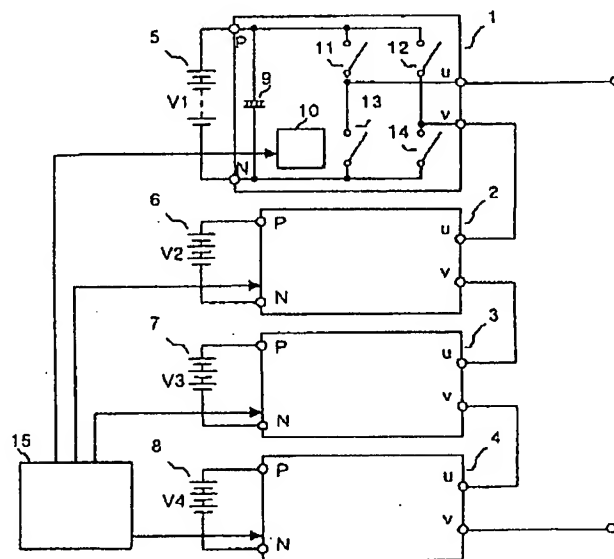
(74)代理人 弁理士 萩野 平 (外 4 名)

(54)【発明の名称】 電力変換装置

(57)【要約】

【課題】 高調波を低減できる単相電力変換装置を提供する。

【解決手段】 3レベル出力が可能な単相出力インバータブリッジ1～4をn個備え前記インバータブリッジの出力端子を直列接続した直列n段の単相出力の電力変換装置において、n個の前記インバータブリッジの各出力電圧の振幅V1、V2、V3およびVnの振幅比をV1 : V2 : V3 : Vn = 1 : 2 : 4 : 2⁽ⁿ⁻¹⁾とする電圧振幅比配分手段10、15と、電力変換装置に与える出力電圧指令に最も近い電圧を前記インバータブリッジ2～4の出力電圧の組合わせにより発生する指令電圧発生手段10、15と、前記インバータブリッジ1をパルス幅変調して電力変換装置全体の出力電圧の平均値が電圧指令と等しくなるように発生電圧を調整する出力電圧調整手段10、15とを備えている。



1

2

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 それぞれ絶縁された入力を持つ 3 レベル出力が可能な単相出力インバータブリッジを n 個備え前記単相出力インバータブリッジの出力端子を直列接続し

$$V1 : V2 : V3 : \dots : Vn \\ = 1 : 2 : 4 : \dots : 2^{(n-1)} \dots (1)$$

とする電圧振幅比配分手段と、
前記直列 n 段の電力変換装置に与える出力電圧指令に最も近い電圧を前記 $V2$ 乃至 Vn の出力電圧振幅を持つ単相出力インバータブリッジの出力電圧の組合わせによって発生する指令電圧発生手段と、
を備えたことを特徴とする電力変換装置。

【請求項 2】 前記電力変換装置において、
前記 $V1$ の出力電圧振幅を持つ単相出力インバータブリッジをパルス幅変調して前記直列 n 段の電力変換装置全体の出力電圧の平均値が前記電圧指令と等しくなるように前記指令電圧発生手段の発生電圧を微調整する出力電圧調整手段を備えたことを特徴とする電力変換装置。

【請求項 3】 請求項 1 又は 2 記載の単相出力の電力変換装置を複数組備え、各組の前記単相出力の電力変換装置の出力端子の一端をそれぞれ接続して星形結線とし、各単相出力の電力変換装置の出力は前記指令電圧発生手段および前記出力電圧調整手段により電圧指令に等しくなるように調整した出力電圧として、前記各単相出力の電力変換装置の出力電圧の電気角をそれぞれ等間隔ずつずれるように制御し電力変換装置の前記結線されていない方の各端子から多相電圧として出力する多相電圧出力手段を備えたことを特徴とする電力変換装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】 本発明は、直流電力を交流電力に変換する電力変換装置に関する。

【0002】

【従来の技術】 従来より比較的電圧歪みの少ないインバータとして、一般に多重パルス幅変調方式の単相電力変換装置が良く知られている。従来のバッテリーを電源とす

$$V1 : V2 : V3 : \dots : Vn \\ = 1 : 2 : 4 : \dots : 2^{(n-1)} \dots (1)$$

とする電圧振幅比配分手段と、前記直列 n 段の電力変換装置に与える出力電圧指令に最も近い電圧を前記 $V2$ 乃至 Vn の出力電圧振幅を持つ単相出力インバータブリッジの出力電圧の組合わせによって発生する指令電圧発生手段と、前記 $V1$ の出力電圧振幅を持つ単相出力インバータブリッジをパルス幅変調して前記直列 n 段の電力変換装置全体の出力電圧の平均値が前記電圧指令と等しくなるように前記指令電圧発生手段の発生電圧を調整する出力電圧調整手段とを備えたことを特徴としている。また、請求項 2 記載の発明は、前記 $V1$ の出力電圧振幅を持つ単相出力インバータブリッジをパルス幅変調して前記直列 n 段の電力変換装置全体の出力電圧の平均値が前

た直列 n 段の単相出力の電力変換装置において、
 n 個の前記単相出力インバータブリッジの各出力電圧の振幅 $V1$ 、 $V2$ 、 $V3$ および Vn の振幅比を、

る多重パルス幅変調方式の単相電力変換装置は、図 7 に示すような構成であり、単相出力インバータブリッジで構成される各パワーセル 70、71、72、73 の入力電圧はほぼ等しく、電圧指令として正弦波を与えた場合に、この多重パルス幅変調方式の単相電力変換装置の出力電圧は図 8 に示すような段幅の等しい階段波となる。

【0003】

【発明が解決しようとする課題】 しかしながら、上記従来例では、図 8 に示すような多重パルス幅変調方式の単相電力変換装置における出力電圧波形の F F T 解析は、図 9 に示すようなスペクトラムになる。図 9 は出力周波数 100 Hz、三角キャリア周波数が 10 KHz のパワーセル 4 段の場合のスペクトラムであって、このような 4 段のパワーセルで構成する多重インバータの場合には、キャリア周波数 $\times 8 \times m$ ($m = 1, 2, 3, \dots$) の高調波が発生してしまうという問題がある。そこで、本発明は、多重パルス幅変調方式の単相電力変換装置は元来、一般的な電力変換装置に比べて出力電圧の高調波は少なくなっているが、厳しい使用環境からの要望に応じて従来の多重パルス幅変調方式の電力変換装置より、更に高調波を低減できる電力変換装置を提供することを目的としている。

【0004】

【課題を解決するための手段】 上記目的を達成するため、請求項 1 記載の発明は、それぞれ絶縁された入力を持つ 3 レベル出力が可能な単相出力インバータブリッジを n 個備え前記単相出力インバータブリッジの出力端子を直列接続した直列 n 段の単相出力の電力変換装置において、 n 個の前記単相出力インバータブリッジの各出力電圧の振幅 $V1$ 、 $V2$ 、 $V3$ および Vn の振幅比を、

記電圧指令と等しくなるように前記指令電圧発生手段の発生電圧を微調整する出力電圧調整手段を備えたことを特徴としている。そして、請求項 3 記載の発明は、請求項 1 又は 2 記載の単相出力の電力変換装置を複数組備え、各組の前記単相出力の電力変換装置の出力端子の一端をそれぞれ接続して星形結線とし、各単相出力の電力変換装置の出力は前記指令電圧発生手段および前記出力電圧調整手段により電圧指令に等しくなるように調整した出力電圧として、前記各単相出力の電力変換装置の出力電圧の電気角をそれぞれ等間隔ずつずれるように制御し電力変換装置の前記結線されていない方の各端子から多相電圧として出力する多相電圧出力手段を備えたこと

を特徴としている。この構成によれば電圧振幅比配分手段により各単相出力インバータブリッジの電圧振幅 ($V_1 : V_2 : V_3 : \dots : V_n$) が $1 : 2 : 4 : \dots : 2^{(n-1)}$ の配分比で分散出力されることになるので、単相出力インバータを 4 段直列に組合わせた構成の電力変換装置では、各単相出力インバータブリッジが正電圧、負電圧、0 電圧の 3 レベル出力から、 V_1 を単位ステップとして 4 段の単相出力インバータブリッジ接続の電力変換装置全体では $(2^n - 1 = 31)$ 段の電圧を発生することができ、最適な組み合わせにより所望の出力電圧がえられる。さらに、 V_1 を PWM 調整できるようにしておくことで微調整が可能となり、電圧指令 V_{ref} に忠実な正弦波出力が得られ、高調波を低減できる。

【0005】

【発明の実施の形態】

(第 1 の実施の形態) 以下、本発明の第 1 の実施の形態について図を参照して説明する。図 1 ～ 図 5 は本発明の第 1 の実施の形態に係る図である。図 1 は本発明の第 1 の実施の形態に係る単相電力変換装置の構成図である。図 2 は図 1 に示す単相パワーセルの出力電圧のステップを示す図である。図 3 は図 1 に示す単相電力変換装置の出力電圧のステップを示す図である。図 4 は図 1 に示す単相電力変換装置の出力電圧波形図である。図 5 は図 4 に示す出力電圧波形の FFT 解析スペクトルを示す図である。図 1 において、ここでは $n=4$ の場合であり、4

$$V_1 : V_2 : V_3 : \dots : V_n = 1 : 2 : 4 : \dots : 2^{(n-1)} \dots (1)$$

このような n 段直列に接続されたパワーセル全体で出力できる電圧は、各パワーセルの 3 レベル、0 電圧、正電圧、負電圧との組合わせによって、 V_1 を単位ステップとして正側、負側に、それぞれ

【0006】

【数 1】

$$\sum_{i=1}^{n-1} 2^i \dots (2)$$

$$V_1 : V_2 : V_3 : V_4 = 1 : 2 : 4 : 8 \dots (3)$$

なお、図 1 には各パワーセル 1 ～ 4 の入力電源にバッテリー 5 ～ 8 を使用しているが、他にトランスで絶縁された DC-AC インバータ等からの入力形式や、太陽電池等を入力電源としても良い。図 1 のように式 (3) のような電圧比を持つ単相パワーセルを 4 段直列に組合わせた場合には、図 3 に示すように、正側に 15 段、負側に 15 段、それと 0 電圧で合計 $(2^n - 1 = 31)$ 段の電圧発生が可能になり、全体としては電圧指令発生器 15 の正弦波電圧指令に基づき、図 3 のような正弦波が発生することになる。正弦波の電圧指令を V_{ref} とすれば、電圧指令発生器 15 から電圧指令 V_{ref} を出力し、4 段の

$$V_{ref1} = V_{ref} - a_1 \times (2 \times a_2 + 4 \times a_3 + 8 \times a_4) \times V_1 \dots (4)$$

但し、各制御率 $a_4 \sim a_1$ は次の値を取る。

段直列接続の単相パワーセル 1 ～ 4 によって単相電力変換装置を構成し、各単相パワーセル 1 ～ 4 にはバッテリー電源 5、6、7、8 が接続されている。このパワーセルの構成そのものは従来例と同一である。単相パワーセル 1 は、半導体スイッチ 11 ～ 14 で構成する単相インバータブリッジを内部に持ち、電圧指令発生器 15 の指令に基づきパワーセルコントローラ 10 が、コンデンサ 9 を介して直流電圧 V_1 が印加される半導体スイッチ 11 ～ 14 を ON/OFF して PWM 制御を行う。以下の単相パワーセル 2、3、4 も同一構成なので、以降は代表して単相パワーセル 1 について説明する。なお、請求項に提示した電圧振幅比配分手段、指令電圧発生手段、出力電圧調整手段とは、電圧指令発生器 15 とパワーセルコントローラ 10 上で分担機能する、ソフトウェア部分である。単相パワーセル 1 は、図 2 に示す PWM 出力波形のように、縦軸の振幅値として、0 電圧、正電圧、負電圧の 3 レベルの電圧を出力することができる。又、横軸には 0 ～ 10 ms の 1 周期を示し、これは周波数に直すと 100 Hz 相当の例を示している。一般的にパワーセルの出力電圧の振幅はパワーセルの入力電圧に比例し、パワーセル内の電圧ロスを無視すればパワーセルの入力電圧に等しくなる。ここで、一般に n 段のパワーセルが次のような電圧振幅を持つ場合 (次式の $n=2$ 以上の整数と置いて)、

【0007】ステップ。それと 0 電圧となる。従って、出力としては V_1 のステップで、2 の $n+1$ 乗、から 1 を引いた段数 $\{2^{(n-1)} - 1\}$ 段の電圧を出力することができる。図 1 でバッテリー 5 ～ 8 の各電圧を V_1 、 V_2 、 V_3 、 V_4 とすると、各電圧 V_1 、 V_2 、 V_3 、 V_4 の値は式 (3) のような比となっている。

パワーセル 1 ～ 4 全体の出力として、図 3 に示す正弦波出力が得られるが、これではステップの V_1 より小さな電圧を出力することができないので、この場合にはさらに次のようにするとよい。すなわち、電圧指令 V_{ref} の振幅が V_1 と同程度位に小さい場合は、電圧指令 V_{ref} に対応した適切な出力電圧を発生することができないため、特にこの対策上 V_1 相当の電圧振幅を持つパワーセル 1 をパルス幅変調方式の単相インバータとして、電圧指令発生器 15 内においてパワーセル 1 に与える電圧指令 V_{ref1} を次式 (4) として定義する。

① a_4 は $|V_{ref}| > 8 \times V_1$ のとき 1、それ以外で

は 0、

② a_3 は $|V_{ref}| - 8 \times a_4 > 4 \times V_1$ のとき 1、それ以外では 0、

③ a_2 は $|V_{ref}| - 8 \times a_4 - 4 \times a_3 > 2 \times V_1$ のとき 1、それ以外では 0、

④ a_1 は $V_{ref} \geq 0$ で 1、それ以外では -1 とする。更に、指令電圧発生手段によって V_1 、 V_2 、 V_3 、 V_4 段のパワーセル 1 ~ 4 の各出力を、

① パワーセル 4 は $8 \times a_1 \times a_4 \times V_1$ の電圧を出力し、

② パワーセル 3 は $4 \times a_1 \times a_3 \times V_1$ の電圧を出力し、

③ パワーセル 2 は $2 \times a_1 \times a_2 \times V_1$ の電圧を出力し、

④ パワーセル 1 は V_{ref1} を電圧指令とする PWM 出力をするようにコントローラで制御する。

すなわち、パワーセル 1 では V_{ref1} を電圧指令とする PWM 出力を行い、全体の出力電圧の平均値が正弦波電圧指令 V_{ref} に等しくなるように、図 4 に示すように図 3 の V_1 ステップにそれぞれ PWM を実施して微調整的な出力調整を行うことにより、全体の出力電圧の細かな調整を可能にして、全体の出力電圧の平均値を正弦波電圧指令 V_{ref} に等しくすることにより、忠実度を向上させることができる。その結果、図 4 のように、電圧指令が 100 Hz の正弦波で、三角波のキャリア周波数が 10 KHz の当電力変換装置の出力電圧波形の FFT 解析結果のスペクトラムは図 5 に示すようになり、図 9 に示した従来の多重パルス幅変調方式の単相電力変換装置の FFT 解析結果と比較すると、高調波のピークレベルが約 6 分の 1 (- 15 dB) 程度に低減していることが分かる。

【0008】(第 2 の実施の形態) 次に、本発明の第 2 の実施の形態について図を参照して説明する。図 6 は本発明の第 2 の実施の形態に係る電力変換装置の構成図である。図 6 において、各々 4 段直列接続のパワーセルで構成する 3 組の単相電力変換装置 16、17、18 は、それぞれ第 1 の実施の形態で説明した単相電力変換装置と同一である。各単相電力変換装置 16、17、18 の一方の端子 s を中性点 b に Y 結線し、電圧指令発生器等の制御機構を含む 3 相電圧出力手段 20 の制御に基づいて、各単相電力変換装置 16、17、18 の電圧指令の電気角を 120° ずれるように制御すれば、各出力端子 U、V、W から 3 相の電圧指令に忠実な高調波の少ない出力電圧を得ることができる。各パワーセルは、図 1 のパワーセル 1 と同じ構成で成っている。すなわち、半導体スイッチで構成するインバータブリッジを内部に持ち、電圧指令発生器の指令に基づきパワーセルコントローラがコンデンサを介して直流電圧が印加される半導体スイッチを ON/OFF して PWM 制御を行う。そして、各パワーセルは、図 2 に示す PWM 出力波形のよう

に、縦軸の振幅値として、0 電圧、正電圧、負電圧の 3 レベルの電圧を出力することができる。そこで、図のように 5 段のパワーセルが次のような電圧振幅を持つ場合、

$V_1 : V_2 : V_3 : V_4 : V_5 = 1 : 2 : 4 : 8 : 16$

このような 5 段直列に接続されたパワーセル全体で出力できる電圧は、各パワーセルの 3 レベル、0 電圧、正電圧、負電圧との組み合わせによって、 V_1 を単位ステップとして正側、負側に、それぞれ 31 ステップ、それと 0 電圧となる。従って、出力としては 2 の (5 + 1) 乗

(= 64) から 1 を引いた 63 段の電圧を出力することができる。このようにして、各パワーセルの電圧を適宜組み合わせて正弦波電圧指令に近似するように粗調整的に可変制御し、更に、最下位電位のパワーセル内で PWM 出力を行い、全体の出力電圧の平均値が正弦波電圧指令に等しくなるように、微調整的な出力調整を行うことにより、全体の出力電圧の細かな調整が可能となる。このように、第 1 および第 2 の実施の形態によれば、電力変換装置から出力される高調波が効果的に低減できるので、出力段に必要なフィルタを省いたり小形にすることが可能になり、特にコー・ジェネレーション・システムや、無停電電源設備等において、系統電源へ連系する回生装置や、昇圧チョッパ、インバータ等を介して太陽電池を系統電源に連系させる太陽光電力変換装置に適用すれば、系統電源を乱すことのない良質な電力を出力させることができる。

【0009】(第 3 の実施の形態) 以上、図 6 においては、それぞれ第 1 の実施の形態で説明した単相電力変換装置を 3 組 (16、17、18) 用いて 3 相電力系統を構成したが、本発明はこれに限定されるものではなく、6 相、12 相等の多相電力系統を構成することも可能である。また、図 6 においては、各単相電力変換装置を 5 段直列接続のパワーセルで構成しているが、本発明はこれに限定されるものではなく、6 段以上の多段構成とすることも可能である。

【0010】

【発明の効果】以上説明したように、本発明によれば、高調波の発生が少ない単相電力変換装置あるいは多相の電力変換装置を提供できるので、出力部分に必要なフィルタを小形化することが可能になり、系統連系する回生コンバータあるいは太陽光発電インバータ等に適用すれば、系統電源を乱すことの少ない電力変換装置を構成することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明の第 1 の実施の形態に係る単相電力変換装置の構成図である。

【図 2】図 1 に示す単相パワーセルの出力電圧のステップを示す図である。

【図 3】図 1 に示す単相電力変換装置の出力電圧のステップを示す図である。

【図 4】図 1 に示す単相電力変換装置の出力電圧波形図である。

【図 5】図 4 に示す出力電圧波形の F F T 解析スペクトラムを示す図である。

【図 6】本発明の第 2 の実施の形態に係る電力変換装置の構成図である。

【図 7】従来の単相電力変換装置の構成図である。

【図 8】図 7 に示す単相電力変換装置の出力電圧波形を示す図である。

【図 9】図 8 に示す出力電圧波形の F F T 解析スペクト

ラムを示す図である。

【符号の説明】

1 ~ 4 単相パワーセル

5 ~ 8 バッテリ

9 コンデンサ

10 パワーセルコントローラ

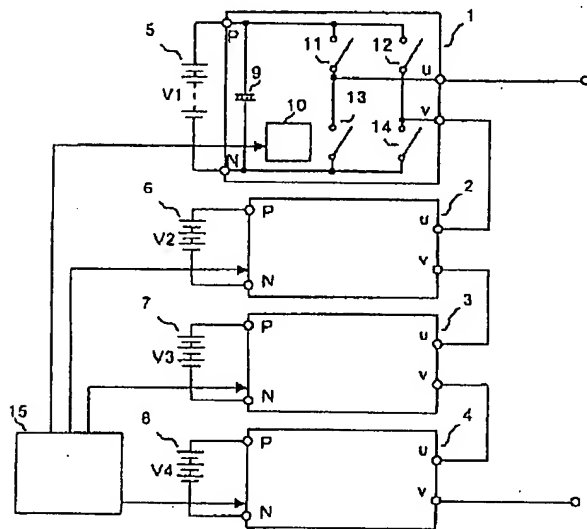
11 ~ 14 半導体スイッチ

15 電圧指令発生器

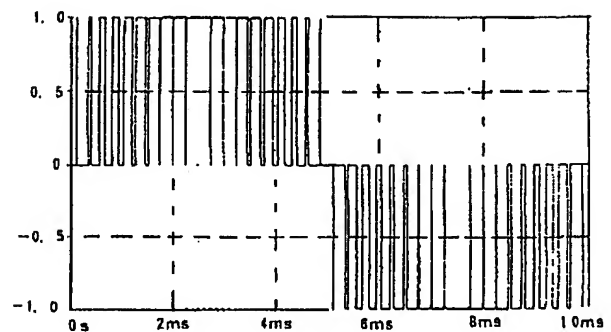
16 ~ 18 単相電力変換装置

10 20 3 相電圧出力手段

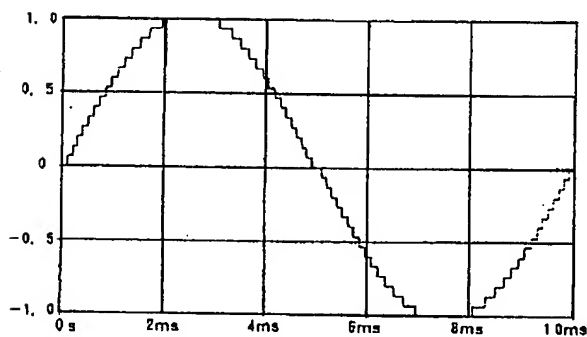
【図 1】



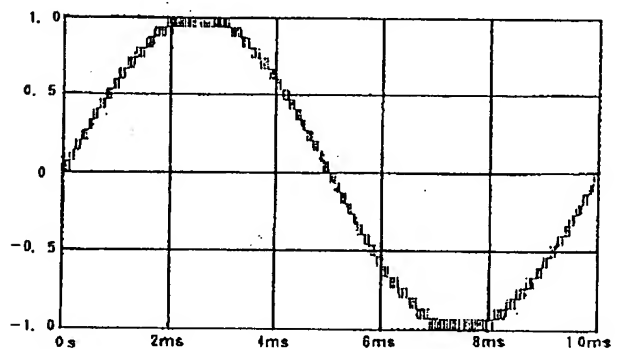
【図 2】



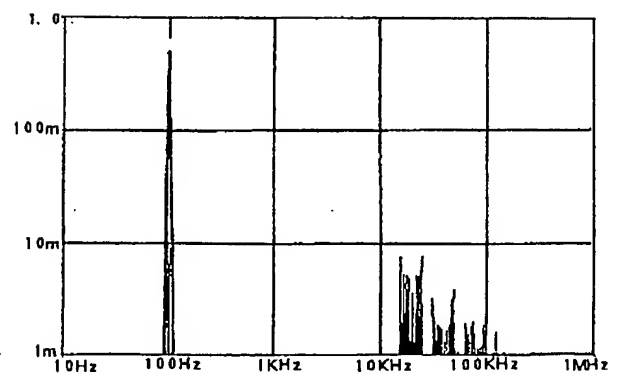
【図 3】



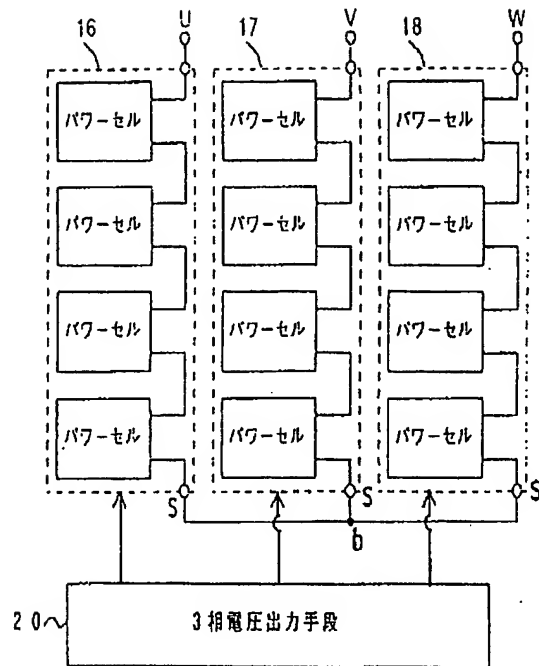
【図 4】



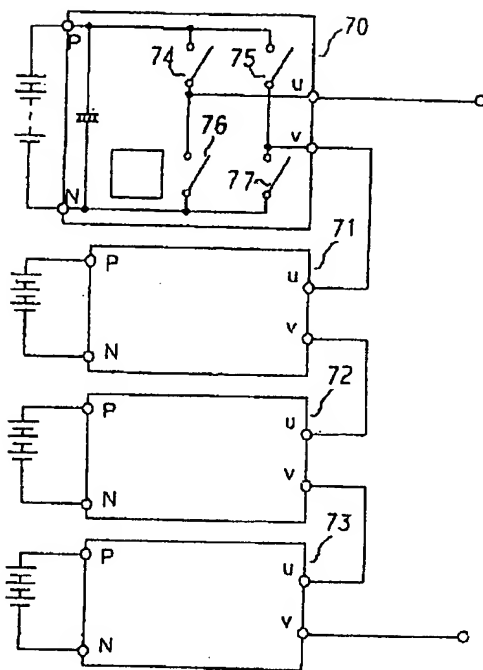
【図 5】



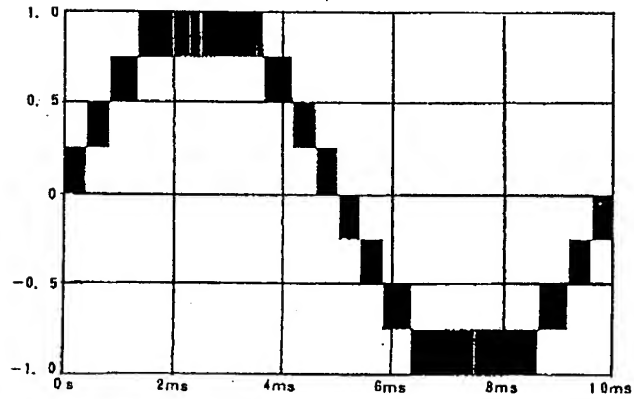
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【図 9】

